

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-085387

(43)Date of publication of application : 26.03.1990

---

(51)Int.Cl.

C25B 11/20

C25B 11/03

---

(21)Application number : 63-233739

(71)Applicant : JAPAN GORE TEX INC

(22)Date of filing : 20.09.1988

(72)Inventor : KATO HIROSHI  
TORIKAI EIICHI

---

(54) SHEETLIKE ELECTRODE MATERIAL CONTAINING ION EXCHANGE RESIN,  
COMPOSITE MATERIAL THEREOF AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a sheetlike electrode material contg. ion exchange resin and having a three-dimensional electrochemically reactive surface and superior mechanical strength by adhering an ion exchange resin-contg. material to one side of a porous sheetlike substrate consisting of an F-contg. polymer as a binder and an electrochemically functional powdery material.

CONSTITUTION: 20-98wt.% electrochemically functional powdery material such as C powder, C powder supporting a Pt family metal or powder of a metal oxide such as RuO<sub>2</sub>, IrO<sub>2</sub> or PbO<sub>2</sub> is mixed with 2-80wt.% F-contg. polymer such as polytetrafluoroethylene as a binder and paste of the mixture is formed into a sheetlike body by rolling and heated to obtain a porous sheet having high porosity. A nonporous thin membrane is then formed on one side of the sheet with an ion exchange resin-contg. material, e.g., contg. a tetrafluoroethylenesulfonyl fluoride vinyl ether copolymer or further contg. ≤50% metal such as Pt or Ir. A sheetlike electrode material contg. ion exchange resin and having superior performance in an electrochemical reaction is obtd.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of  
rejection]

[Kind of final disposal of application other  
than the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-85387

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成2年(1990)3月26日

C 25 B 11/20  
11/036686-4K  
6686-4K

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全9頁)

⑥ 発明の名称 イオン交換樹脂含有シート状電極材料、その複合材料並びにその製造方法

⑦ 特 願 昭63-233739

⑧ 出 願 昭63(1988)9月20日

⑦ 発 明 者 加 藤 博 岡山県和気郡吉永町南方123番地 ジャパンゴアテックス株式会社岡山工場内

⑦ 発 明 者 鳥 養 栄 一 大阪府八尾市東久宝寺3丁目9番20号

⑦ 出 願 人 ジャパンゴアテックス 東京都世田谷区赤堤1丁目42番5号  
株式会社

⑦ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

イオン交換樹脂含有シート状電極材料、その複合材料並びにその製造方法。

## 2. 特許請求の範囲

1. フッ素含有重合体からなるバインダーと、その中に分散されている電気化学的機能性材料粉末とを含んでなり、かつ、多数の連続気孔を有するシート状基体と、

イオン交換樹脂単独、または、イオン交換樹脂と金属との混合物からなるイオン交換樹脂含有材料と、

から構成され、

前記イオン交換樹脂含有材料が、前記シート状基体の一面から、前記連続気孔内に連続して分布している、イオン交換樹脂含有シート状電極材料。

2. 前記イオン交換樹脂含有材料が、前記シート状基体の一面において、無孔性薄膜を形成し、他面上には実質的に存在していない、請求項1記載のシート状電極材料。

3. 前記請求項1または2記載のイオン交換樹脂含有シート状電極材料と、パーフルオロ炭化水素含有イオン交換樹脂膜層とからなり、この膜層が、前記シート状電極材料のイオン交換樹脂含有材料の分布している一面上に結着されている、イオン交換樹脂含有シート状電極複合材料。

4. フッ素含有重合体からなるバインダーと、電気化学的機能性材料粉末とを含む混合物から、多数の連続気孔を有するシート状基体を形成し、このシート状基体の一面を、イオン交換樹脂含有溶液と接触させて、この溶液を前記一面から前記シート状基体の連続気孔中に浸透含浸させ、この含浸体に乾燥処理を施し、それによって前記イオン交換樹脂を、前記シート状基体の一面から前記連続気孔内に連続して分布せしめる、ことを含むイオン交換樹脂含有シート状電極材料の製造方法。

5. フッ素含有重合体からなるバインダーと、電気化学的機能性材料粉末とを含む混合物から、多数の連続気孔を有するシート状基体を形成し、このシート状基体の一面を、イオン交換樹脂と金

属化合物とを有する溶液に接触させて、この溶液を前記一面から前記シート状基体の連続気孔中に浸透含浸させ、この含浸体に乾燥処理を施し、更に、前記金属化合物に対する還元処理を施し、それによって、前記イオン交換樹脂と金属との混合物を、前記シート状基体の一面から前記連続気孔内に連続して分布せしめることを含むイオン交換樹脂含有シート状電極材料の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、イオン交換樹脂含有シート状電極材料、その複合材料および、その製造方法に関するものである。更に詳しく述べるならば、三次元的電気化学反応表面を有し、機械的強度の高いイオン交換樹脂含有シート状電極材料、その複合材料、およびその製造方法に関するものである。

(従来の技術および解決を必要とする課題)

一般に電気化学セルにおける電気化学反応は、電極と電解質との界面で発生するものであり、従

って、この電気化学セルの電流・電圧特性は、電極と電解質との接触面積により大きく左右される。特に、イオン交換樹脂膜を固体電解質として使用する電解法の場合には、電極と電解質との接触面積が、水溶液電解法の場合にくらべて小さくなるという問題点を有している。

特開昭55-38934号には、イオン交換樹脂膜と、その一面に、無電解メッキ法により形成された電極触媒金属層とからなる電極材料が開示されているが、この場合、電極と電解質との接触が、二次元的(平面的)であるため、両者の接触面積の一層の増加が望まれていた。

特開昭61-67786号、61-67788号、61-67790号、および61-87887号などには、例えば、パーフルオロカーボン樹脂を基体とするイオン交換樹脂膜の片面又は両面に電極触媒粉末とイオン交換樹脂とを含む樹脂層を合体させた電極材料などが開示されている。しかしながら、これらの電極材料においては、イオン交換樹脂粉末が、電極材料全体にわたって分布しており、イオン交換樹脂は親水性

であるため、電極材料全体が親水性、すなわち、水に濡れやすいものになる。このような親水性電極材料から燃料電池、および酸素分離装置などのガス拡散電極を構成すると、電極表面が容易に濡れてしまうため、装置に対するガスの供給に支障を生じ性能が低下するという不都合を生ずる。

このような不都合を解消するため、特開昭61-67787号、および61-67789号などにおいては、上記イオン交換樹脂含有電極材料の外側に、イオン交換樹脂を含まない疎水性樹脂例えばパーフルオロカーボン樹脂をマトリックスとする被覆層を積層することを提案しているが、このような電極材料には、構造が複雑であり、かつ高価であるなどの欠点がある。

更に、上記の電極材料においては、イオン交換樹脂粉末が電極材料中に分散されているため、イオン交換樹脂粉末相互の接触が十分でなく、従って、電極中における水素イオン( $H^+$ )の移動が不十分となって、電極の効果が低いという問題点を生ずる。このような問題点を解消するためには、

イオン交換樹脂粉末の混合比率を一層高くする必要があるが、このようにすると、当然得られる電極材料の親水性が一層高くなるという不都合を生ずるばかりでなく、場合によっては電極触媒がイオン交換樹脂により被覆されてしまって触媒作用を発揮できなくなるなどの不都合を生ずることもある。

特開昭61-295387号および61-295388号には、イオン交換樹脂膜と、その片面又は両面上に形成されたイオン交換樹脂と電極金属との混合物の薄膜層とからなる電極材料が開示されている。しかし、これらの電極材料においては、前記薄膜層の形成のために有機溶媒、又は有機溶媒と水との混合溶媒を使用する必要があり、この溶媒によってイオン交換樹脂膜が著しく膨潤し、これを乾燥するとはげしく収縮するため、この膜にクラックを生ずるという不都合があり、また、イオン交換樹脂膜に、イオン交換樹脂-金属混合物薄膜の強固な接合には、かなりの加熱加圧を要し、このため、得られる電極材料が押しつぶされて、実質的

に有効な電極-電解質界面の接触面積がかなり小さくなってしまふという不都合を生ずる。

更に、上記従来の電極層は、自己保持性を持たないか、或は持っていては極めて低いため、これをイオン交換樹脂膜に接合するためにはかなりの加熱、加圧を施す必要があり、このためしばしばイオン交換樹脂膜を損傷して、得られる電極材料の性能を低下したり、或は使用不能にするなどの問題を生じている。

そこで、本発明は、電解質と電極との有効接触面積が大きく、ガス拡散電極としても有効に使用可能であって、しかも電解質膜を損傷することなく容易に製造可能な、イオン交換樹脂含有シート状電極材料、その複合体、およびその製造方法を提供しようとするものである。

(課題を解決するための手段、および作用)

本発明のイオン交換樹脂含有シート状電極材料は、フッ素含有重合体からなるバインダーと、その中に分散されている電気化学的機能性材料粉末

とを含んでなり、かつ、多数の連続気孔を有するシート状基体と、イオン交換樹脂単独、または、イオン交換樹脂と金属との混合物からなるイオン交換樹脂含有材料と、から構成され、前記イオン交換樹脂含有材料が、前記シート状基体の一面から前記連続気孔内に連続して分布していることを特徴とするものである。

上記シート状電極材料は、そのシート状基体の一面上に、前記イオン交換樹脂含有材料により形成された無孔性薄膜を有し、前記シート状基体の他面上には、前記イオン交換樹脂含有材料が実質的に存在しないものであってもよい。

更に、上述のシート状電極材料は、そのイオン交換樹脂含有材料の分布している一面上に、パーフルオロカーボン含有イオン交換樹脂膜層を結着して、イオン交換樹脂含有シート状電極/パーフルオロカーボン含有イオン交換樹脂膜複合材料を形成していてもよい。

本発明の電極材料のシート状基体は、フッ素含有重合体からなるバインダーと、その中に分散結

着されている電気化学的機能性材料粉末との混合物から形成されたものである。

フッ素含有重合体バインダーは、例えばポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、テトラフルオロエチレンパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 (PFA)、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロエチレン共重合体 (FEP)、トリフルオロクロロエチレン重合体 (CPTFE)、およびテトラフルオロエチレン-エチレン共重合体

(ETFE) などから選ばれた少なくとも1種からなるものであって、特に PTFE からなるものが好ましい。

電気化学的機能性材料粉末は、例えば、炭素粉末、例えばグラファイト、カーボンブラック、および活性炭の粉末、これら炭素粉末に触媒能を有する金属、例えば、白金族金属の少なくとも1種を担持せしめたもの、触媒能を有する金属の粉末 (例えば白金黒、パラジウム黒など)、金属酸化物 (例えば、 $\text{RuO}_2$ 、 $\text{IrO}_2$ 、 $\text{PbO}_2$  など) の粉末などから選ばれた1種以上を含むものである。

本発明のシート状基体における電気化学的機能性材料粉末と、フッ素含有重合体バインダーとの配合比率は、製造すべき電極材料の用途および所望特性により変化するが一般には、電気化学的機能性材料粉末20~98重量部に対し、フッ素含有重合体バインダー2~80重量部であることが好ましく、目的電極材料が親水性の高いことを要求されるときは、電気化学的機能性材料粉末の含有率を増大し、目的電極材料が疎水性であることを要求されるときは、バインダーの含有率を高くすればよい。バインダー-機能性材料混合物100重量部に対しバインダー含有率が2重量部未満のときは、得られるシート状基体の機械的強度が不十分になり、また80重量部より高いときは、得られる電極材料の電気化学的機能が不満足なものとなる。一般に本発明に用いられるシート状基体は、50~400 $\mu\text{m}$ の厚さを有することが好ましい。

本発明の電極材料において、イオン交換樹脂単独から、または、イオン交換樹脂と金属、特に触媒能を有する金属との混合物からなるイオン交換

樹脂含有材料がシート状基体の一面から連続気孔内に連続して分布している。イオン交換樹脂含有材料の分布量は、シート状基体の一面から他面に向って、勾配を有する分布をなしていてもよく、例えば、一面側から他面側に向って次第に分布量が低下するように分布していてもよい。

本発明の電極材料に用いられるイオン交換樹脂は、固体電解質として機能するものであって、例えば、フッ素含有炭化水素を主鎖の主成分とし、これにカチオン交換基が結合したものの、例えば、テトラフルオロエチレンとスルホンフルオライドビニルエーテルとの共重合体などを用いることが好ましい。

また、固体電解質含有材料中の金属、特に触媒能を有する金属は、例えば白金、イリジウム、パラジウム、ロジウムなどの少なくとも1種からなるものであることが好ましい。イオン交換樹脂含有材料中の金属の含有量は、一般に、イオン交換樹脂重量に対し、50%以下である。

本発明の電極材料においてシート状基体の一面

上にイオン交換樹脂含有材料から形成された無孔性薄膜が形成されており、シート状基体の他の面上には、イオン交換樹脂含有材料が実質的に存在しないこと、すなわち、全く存在しないか、存在しても極めて少量であることが好ましい。

このような無孔性イオン交換樹脂含有材料層の形成は、電極材料と固体電解質としてのパーフルオロイオン交換樹脂との接触特性を向上させるのに有効である。また、実質的にイオン交換樹脂含有材料が存在しない面は、ガス供給経路として、また液透過経路として、更にイオン交換樹脂含有材料膜と供電体（給電体）との間のクッション材として有効なものである。

本発明の電極材料は、そのイオン交換樹脂含有材料の分布している一面上に、パーフルオロ炭化水素含有イオン交換樹脂膜を積層結着して、電極複合材料とされてもよい。このような複合材料は、オーム損失を、減少させ、かつ取り扱い性が良好になるなどの長所を有するものである。

本発明のイオン交換樹脂含有シート状電極材料

を製造するための方法は、フッ素含有重合体からなるバインダーと、電気化学的機能性材料粉末とを含む混合物から多数の連続気孔を有するシート状基体を形成し、このシート状基体の一面を、イオン交換樹脂含有溶液と接触させて、この溶液を前記一面から前記シート状基体中に、浸透含浸させ、この含浸体に乾燥処理を施し、それによって、前記イオン交換樹脂を、前記シート状基体一面から前記連続気孔内に連続して分布・固定せしめる、ことを特徴とするものである。

また、本発明のイオン交換樹脂含有シート状電極材料を製造するための他の方法は、フッ素含有重合体からなるバインダーと、電気化学的機能性材料粉末とを含む混合物から多数の連続気孔を有するシート状基体を形成し、このシート状基体の一面を、イオン交換樹脂と金属化合物とを含有する溶液に接触させて、この溶液を前記一面から前記シート状基体中に、含浸させ、この含浸体に乾燥処理を施し、更に、前記金属化合物に対する還元処理を施し、それによって、前記イオン交換樹

脂と金属との混合物を、前記シート状基体の一面から前記連続気孔内に連続して分布・固定させる、ことを特徴とするものである。

本発明方法において、シート状基体は、所定量の電気化学的機能性材料粉末と、フッ素含有重合体バインダーとを均一に混合し、この混合物をホットプレスして製造することができる。或は、上記混合物を液状潤滑剤と混合し、または混合せずに、加熱ロールにより圧延してシート状体としてもよい。上記のシート状基体製造方法において、シート状基体内の電気化学的機能性材料粉末粒子の間に自然に多数の連続気孔が形成されている。

本発明に用いられるシート状基体は、特公昭63-19979号記載の方法により、上記電気化学的機能性粉末とフッ素含有重合体バインダーとの混合物に液状潤滑剤を添加して調製したペーストを、ロール圧延又は押出して製造したものであってもよい。このようなシート状基体は、機能的強度が高く、また、気孔率および孔径の制御が容易であり、このため本発明方法に好適なものである。

イオン交換樹脂含有材料が、イオン交換樹脂のみから成る場合、シート状基体の一面を、少なくとも1種のイオン交換樹脂の溶液に接触させ、シート状基体の連続気孔中に、前記溶液を、その接触面から浸透含浸させ、このようにして得られた含浸体を乾燥処理する。前記含浸処理によって、イオン交換樹脂溶液が、シート状基体の一面から連続気孔内に連続的に浸透拡散する。このとき、溶液の連続気孔内の分布量が前記一面からの距離が大きくなる程小さくなっていてもよい。つまり、イオン交換樹脂溶液の連続気孔内含浸量は、シート状基体の一面（溶液と接触面）から他面に向けて、減少する濃度勾配をなして分布していてもよい。このような含浸体に例えば乾燥処理、必要により更に熱処理を施せば、固化したイオン交換樹脂が、シート状基体の一面から連続気孔内に連続して分布し固定される。このとき、イオン交換樹脂が、シート状基体の一面から他面に向けて分布量が勾配をなして変化するように分布・固定されていてもよい。

の溶液のイオン交換樹脂濃度はこの溶液がシート状基体中に浸透し得る限り格別の制限はないが、一般に0.5～2.0重量%の範囲で用いられる。本発明方法に用いられる金属化合物は、対応金属に還元可能なものであって、例えば、クロロベンタアンミン白金、およびクロロペンタアンミンパラジウムなどから選ばれる。

一般に金属化合物は、還元して得られる金属が、イオン交換樹脂重量に対して、5～50%になるように用いられる。金属化合物の還元には還元剤として、水素、水素化ホウ素ナトリウム、ヒドラジンなどが用いられ、還元処理は一般に15～180℃の温度において行われる。イオン交換樹脂溶液、又は、イオン交換樹脂-金属化合物混合物溶液を、シート状基体に浸透含浸するには、この溶液の所定量を、シート状基体の一面に塗布して、連続気孔中に浸透させてもよいし、反対面側に減圧吸引処理を施しながら、シート状基体の一面から溶液を連続気孔中に吸い上げてよい。

本発明の電極材料にイオン交換膜を接合しても

イオン交換樹脂含有材料が、イオン交換樹脂と金属、特に電極触媒金属からなる場合、上記方法と同様に多数の連続気孔を有するシート状基体を作成し、このシート状基体の一面を、少なくとも1種のイオン交換樹脂と、少なくとも1種の金属化合物とを含む溶液に接触させ、この溶液をシート状基体の一面から連続気孔中に連続的に浸透含浸させる。次にこのようにして得られた含浸体を例えば50～90℃の温度で乾燥し、必要により更に110～170℃の温度で熱処理する。次に、乾燥された、イオン交換樹脂-金属化合物混合物中の金属化合物に還元処理を施して、これを金属に還元する。これらの処理によりイオン交換樹脂含有材料がシート状基体の一面から連続気孔内に連続して分布して固定される。勿論連続気孔内のイオン交換樹脂含有材料の分布量は、シート状基体の一面から他面に向けて勾配をなしていてもよい。本発明方法において、イオン交換樹脂溶液は、イオン交換樹脂を、エタノール、又はエタノールと水との混合溶媒などの溶媒に溶解して調製する。こ

よく、或は、本発明の電極材料を多孔質カーボン又は多孔質チタンなどの多孔体給電体に接着し、これをイオン交換膜に押し当て、使用してもよく、或は、本発明の電極材料を、イオン交換膜に、多孔質給電体によって押し当てるだけで使用してもよい。上記膜体を互に接合するためには、100～200℃の温度で、1～200 kg/cm<sup>2</sup>の圧力で、加熱圧接することが必要である。

本発明方法において、シート状基体を、給電体又は集電体（例えば多孔質カーボン材料又はチタン材料）に接着した後、これにイオン交換樹脂含浸処理を施してもよい。

#### 〔実施例〕

本発明を下記実施例により更に説明する。

#### 実施例1

10重量%の白金を担持したカーボンブラック35重量部と、PEP粉末15重量部と、PTFE粉末50重量部との混合物に液状潤滑剤（ソルベントナフサ）120重量部を混合してペーストを調

製し、このペーストを押出、圧延工程に供して、厚さ0.25mmのシート状成形物とした。

このシート状成形物を200℃に加熱して気孔率85%の多孔性シート状基体を作成した。

濃度5%のパーフルオロスルホン酸樹脂のアルコール溶液をエタノールで希釈して濃度3重量%の溶液を作成した。

上記シート状基体の一面上に、上記パーフルオロスルホン酸樹脂溶液を20ml/mlの塗布量で塗布し、溶液を、シート状基体の溶液塗布面から、その内部連続気孔内に浸透含浸させ、得られた含浸体を120℃で乾燥し、電極シートを作成した。この電極シートの前記溶液塗布面側表面は、水滴に対し、90度の接触角を示し、従って、水に濡れ、電極シート表面を垂直にしても、表面を濡らしている水は流下しなかった。しかし、電極シートの反対面においては水滴が、粒状で自由に移動し、すなわちこの反対面は水に濡れなかった。このことからこの電極シートの一面はイオン交換樹脂薄層により被覆されているがその反対面にはイ

オン交換樹脂が滲出していないことが確認された。

上記電極シートを、カソードとし、片面に白金メッキを施したイオン交換樹脂膜（商標：ナフィオン®117、デュボン社製、厚さ0.2mm）の前記白金メッキ面をアノードとし、更に白金メッキを施したエキスパンデットチタン膜を集電体として用い、電極シートのイオン交換樹脂薄層面を、前記イオン交換樹脂膜に向けて、前記集電体により押し当て、電解装置を組み立てた。

この電解装置のアノード側に純水を供給し、カソード側に空気を供給して酸素発生装置を構成した。この電解装置の電流-電圧特性を測定し、その結果を第1図に示す。また、上記電解装置において、電極シートとイオン交換樹脂膜とに、170℃、6kg/cm<sup>2</sup>の加熱加圧を施して、これらを接合した。得られた電解装置は、上記のものと同様の特性を示した。

#### 比較例1

実施例1と同様の操作を行った。但し、本実施例1記載の電極シートの代わりに、白金ブラック粉

末40重量部と、PTFP60重量部からなるシートを用いた。

得られた電解装置の電流-電圧特性を第1図に示す。

#### 比較例2

実施例1と同様の操作を行った。但し、シート状基体を、それにイオン交換樹脂含浸処理を施すことなく電極シートとして使用した。

得られた電解装置の電流-電圧特性を第1図に示す。

#### 実施例2

実施例1と同様の操作を行った。但し、シート状基体に対する含浸溶液として、パーフルオロスルホン酸樹脂（ナフィオン）のアルコール溶液に、クロロペンタアンミン白金の水溶液（白金濃度：2mg/ml）を混合して得られたイオン交換樹脂濃度3重量%、白金濃度0.5重量%の溶液を使用した。また、含浸体を乾燥後、これに150℃の温度における水素還元処理を施し、上記白金アンミン錯体を白金に還元した。

得られた電解装置の電流-電圧特性を第1図に示す。

#### 実施例3

カーボンブラック75重量部、FEP10重量部およびPTFE15重量部の混合物から実施例1と同様の操作により厚さ150μm、気孔率80%の導電性・多孔質シート状基体を作成した。

別に、3重量%のイオン交換樹脂を含むエタノール溶液10mlと、2重量%の白金を含むクロロペンタアンモニウム白金クロライドの水溶液3mlとの混合溶液を調製した。

この混合溶液を、シート状基体の一面に20ml/mlの塗布量で塗布し、反対面に減圧処理を施して、混合溶液をシート状基体の連続気孔中に吸引して含浸した。この含浸体の前記塗布面に更に前記溶液を20ml/mlの塗布量で塗布し、表面層を形成し、この含浸体を50℃で乾燥し、水素気流中で120℃の温度に加熱し、白金化合物を白金に還元した。

得られた電極シートをカソードとし、これを厚



さ 200 $\mu$ mのイオン交換樹脂膜（商標：ナフィオン#117，デュボン社製）に密着させ、アノードとして上記イオン交換樹脂膜に無電解メッキ法により4 $\mu$ m/cmの白金メッキを施したものを用いて、電解装置を組み立てた。

この電解装置を用いて水電解を行った。この電解装置の電流-電圧特性を第2図に示す。

#### 比較例3

イオン交換樹脂膜（商標：ナフィオン#117，デュボン社製、厚さ200 $\mu$ m）の両面に、無電解メッキ法により4 $\mu$ m/cmの白金メッキを施して得られた電解装置を用いて、実施例3と同様の水電解を行った。この電解装置の電流-電圧特性を第2図に示す。

#### 実施例4

##### 複合体Aの作成

共凝集法により二酸化鉛（ $PbO_2$ 、平均粒径：5 $\mu$ m）9.5重量部、FEP1重量部およびPTFE4重量部からなる共凝集混合物を調製し、これに押出、ロール圧延を施して厚さ50 $\mu$ mの $PbO_2$ 含有

多孔性シート状基体を作成した。

上記シート状基体の一面に、イオン交換樹脂の5重量%溶液（溶媒：エタノール）を20 $\mu$ l/cmの塗布量で塗布し、実施例1と同様に処理して電極シートを作成した。

この電極シートを、その溶液塗布面を、イオン交換樹脂膜（商標：ナフィオン#117）に向けて積層し、80℃、70 $\mu$ g/cmに加熱加圧して両者を接合して複合体Aとした。

##### 複合体Bの作成

共凝集法により、10重量%の白金を担持しているカーボンブラック3.5重量部、FEP2.0重量部およびPTFE4.5重量部からなる共凝集混合物を作成し、この混合物からロール圧延法により厚さ130 $\mu$ mの多孔性シート状基体を作成した。

このシート状基体を、フッ素樹脂により表面撥水処理された多層SUSメッシュ（表面層：6.5メッシュ）に、350℃、1 $\mu$ g/cmの条件で加熱加圧して接合した。この接合体の、シート状基体表面に、実施例記載のものと同一のイオン交換樹脂

ークロロペンタアンミン白金混合溶液を20 $\mu$ l/cmの塗布量で塗布し、接合体のSUSメッシュ側から減圧吸引して、混合溶液を、シート状基体の連続気孔内に吸引含浸した。更に、シート状基体表面に混合溶液を20 $\mu$ l/cmの塗布量で塗布し、この含浸接合体を50℃で乾燥し、これに120℃で水素還元処理を施して、白金を析出させた。複合体Bが得られた。

##### 電解装置の作成

複合体Aの $PbO_2$ 含有電極シートをアノードとし、複合体Bの電極シートをカソードとして電解装置を組み立てた。

この電解装置のアノード側に純水を供給し、カソード側に空気を供給して電解を行った。

このときの電流-電圧特性を第3図に示す。また、上記電解操作によりアノード側から、約1.3%濃度のオゾンを含む酸素が得られたが、カソード側において水素の発生はみられなかった。

#### 比較例4

実施例4と同様の操作を行った。但し、複合体

A、Bにおけるイオン交換樹脂含有溶液の含浸を行わなかった。

得られた電解装置の電流-電圧特性を第3図に示す。

#### 実施例5

共凝集法により、10重量%の白金を担持したカーボンブラック4.0重量部、FEP2.0重量部およびPTFE4.0重量部からなる共凝集混合物を作成し、これを析出、圧延して、厚さ200 $\mu$ mの多孔質シート状基体を作成した。

このシート状基体を、フッ素樹脂により表面撥水処理されたカーボンペーパーに、355℃、1 $\mu$ g/cmの条件で加熱加圧して接合した。

このようにして得られた複合体のシート状基体表面に、実施例2記載のものと同一のイオン交換樹脂-クロロペンタアンミン白金混合溶液を20 $\mu$ l/cmの塗布量で塗布し、複合体のカーボンペーパー側から減圧吸引して、混合溶液をシート状基体の連続気孔内に吸引含浸した。この含浸複合体を50℃で乾燥し、これに、120℃における水素

還元を施して、白金を析出させて複合電極シートを作成した。

2枚の複合電極シートを、カーボンペーパーが外側に配置されるように積層し、両層の間にイオン交換樹脂膜（商標：ナフィオン<sup>®</sup> #117，200 $\mu$ m）を挿入し、3者を、170℃、3 kg/cm<sup>2</sup>で加熱加圧して一体化した。

このようにして得られた、電解装置の一面側に加湿した水素ガスを供給し、他面側に空気を供給して、SPBタイプの燃料電池を構成し、これを作働させた。このときの電流-電圧特性を第4図に示す。

#### (発明の効果)

本発明の電極材料は下記の特徴を有するものである。

1. イオン交換樹脂が、シート状基体の連続気孔中に連続して分布し固定されているので、電極と電解質との連続接触面が、三次元的に形成され、従って水素イオン（H<sup>+</sup>）の移動がスムーズに進

行するので電気化学的反応が効率よく行われる。

2. シート状基体中のイオン交換樹脂の含浸量および分布を、所望に応じて設定製造することができる。

3. 電極材料の一面を、イオン交換樹脂の存在しない疎水性のものにして、これを燃料電池、酸素分離装置などのガス拡散電極などの用途に用いることができる。

4. 電極材料の一面を、イオン交換樹脂層で被覆して、親水性を高め、これを水電解、食塩電解、塩酸電解などの用途に用いることができる。

5. シート状基体として高強度膜体（例えば、特公昭63-19979号の方法により作られたもの）を用いることにより、イオン交換樹脂膜や給電体と接合せずに、単に密着させるだけで十分な自己支持性が得られる。

6. イオン交換膜上に電極を形成する必要がなく、このため、電極材料の損傷がない。

7. イオン交換膜に加熱圧接しても、電極材料内の三次元的反応界面面積にほとんど減少を生じ

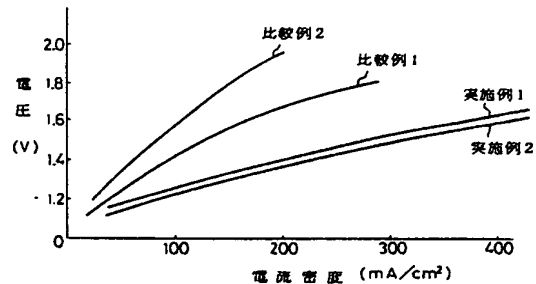
ない。

8. 導電性シート状基体中に三次元的反応界面が形成されているため、給電（例えば酸素分離装置、水電解装置における）効率、および集電（例えば燃料電池における）効率が極めて高い。この効果は、イオン交換樹脂と金属との混合物をシート状基体の連続気孔中に分布させることにより特に高められる。

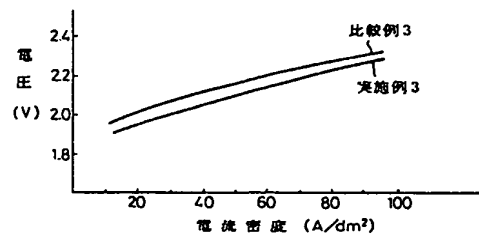
9. シート状基体は、溶媒により膨潤することがないので、イオン交換樹脂含有溶液の含浸工程が容易で、高性能電極材料が効率よく得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

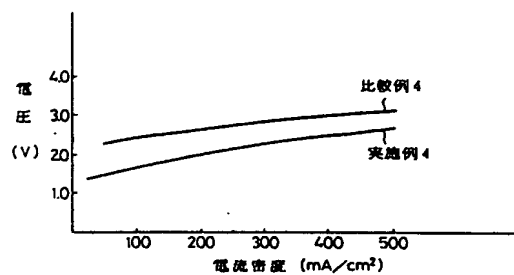
第1図、第2図、第3図および第4図は、それぞれ、本発明のシート状電極材料を用いて得られる電解装置および比較電解装置の電流-電圧特性を示すグラフである。



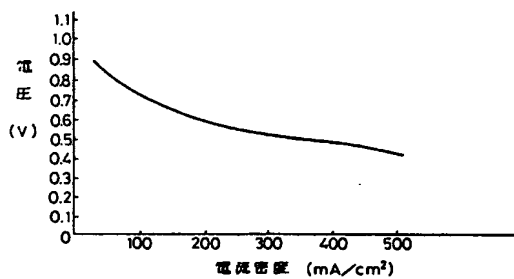
第1図



第2図



第 3 図



第 4 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**